

550615

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 10 月 7 日 (07.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/085856 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F15B 15/10
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003270
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 12 日 (12.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-083648 2003 年 3 月 25 日 (25.03.2003) JP  
特願2003-117303 2003 年 4 月 22 日 (22.04.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立メディコ (HITACHI MEDICAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000047 東京都千代田区内神田一丁目 1 番 1 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平松 万明 (HIRAMATSU, Kazuaki) [JP/JP]; 〒3020023 茨城県取手市白山 1-4-22-202 Ibaraki (JP). 小浪 信 (KONAMI, Makoto) [JP/JP]; 〒2701176 千葉県我孫子市柴崎台 2-2-15-320 Chiba (JP). 佐藤 裕 (SATO, Yutaka) [JP/JP]; 〒2770835 千葉県柏市松ヶ崎 330-3 Chiba (JP).

松下 泰介 (MATSUSHITA, Taisuke) [JP/JP]; 〒2701176 千葉県我孫子市柴崎台 2-2-15-318 Chiba (JP). 鈴木 重計 (SUZUKI, Shigekazu) [JP/JP]; 〒2770852 千葉県柏市旭町 3-3-14-205 Chiba (JP). 黒田 勝廣 (KURODA, Katsuhiro) [JP/JP]; 〒1920371 東京都八王子市南陽台 2-15-11 Tokyo (JP). 大木 一男 (OOKI, Kazuo) [JP/JP]; 〒2460015 神奈川県横浜市瀬谷区本郷 1-6-1-25 Kanagawa (JP). 戸田 明彦 (TODA, Akihiko) [JP/JP]; 〒2530021 神奈川県茅ヶ崎市浜竹 4-5-10 Kanagawa (JP).

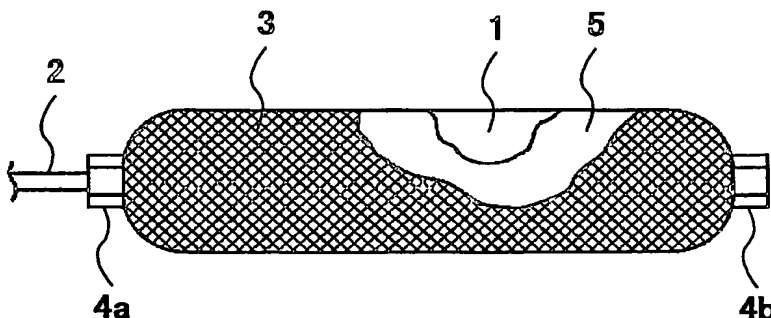
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,

[続葉有]

(54) Title: HYDRAULIC PRESSURE ACTUATOR AND CONTINUOUS MANUAL ATHLETIC DEVICE USING THE SAME

(54) 発明の名称: 流体圧式アクチュエータ及びそれを用いた持続的他動運動装置



(57) Abstract: A hydraulic pressure actuator having an inner tube and a mesh sleeve covering the outer periphery of the inner tube and longitudinally extendable by pressure fluid fed into the inner tube, wherein a low friction body formed in an elastic cylindrical body by knitting fine fibers is disposed between the inner tube and the mesh sleeve, and the low friction body contributes to an increase in the life of the hydraulic pressure actuator repeatedly performing extension/retraction motions. The

hydraulic pressure actuator is used as an actuator for driving a CPM device which supports the extremity of a human body by at least one of a plurality of members combined with each other and performs the rehabilitation of the joints of a handicapped by operating the member.

(57) 要約: インナーチューブと、このインナーチューブの外周を覆うメッシュスリーブとを有し、インナーチューブ内へ圧力流体を供給することにより長さが収縮可能な本発明の改良された流体圧式アクチュエータは、インナーチューブとメッシュスリーブとの間に、細い繊維を編み上げて弾力性を有した筒状体に形成された低摩擦体が配置されている。この低摩擦体は流体圧式アクチュエータの繰返し伸縮動作の長寿命化に寄与する。この改良された流体圧式アクチュエータは、組み合わせられた複数の部材の少なくとも1つの部材によって人体の四肢部位を支持するとともに、その部材を動作させて身体障害者の関節のリハビリテーションを行うCPM装置の駆動用アクチュエータとして用いられる。

WO 2004/085856 A1



KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 流体圧式アクチュエータ及びそれを用いた持続的他動運動装置

## 5 技術分野

本発明は、空気等の流体の給排により駆動される流体圧式アクチュエータとそれを用いた持続的他動運動（Continuous Passive Motion：以下、CPM と記す。）装置に関するものである。

## 10 背景技術

流体圧式アクチュエータとして、ゴム製のチューブ（インナーチューブ）の外周に伸縮性を持たない樹脂で製造された網状被覆体（メッシュスリーブ）を被せたものが知られている。この流体圧式アクチュエータのインナーチューブ内へ空気が供給されることによってインナーチューブが膨張すると、メッシュスリーブの径が増大する。このメッシュスリーブの径の増大は、メッシュスリーブの素材が伸縮性を持たないのでアクチュエータの長さの縮小に変換される。このアクチュエータの長さの縮小に伴って収縮力（駆動力）が得られる。

樹脂製のメッシュスリーブとゴム製のインナーチューブを主構成要素とする上記流体圧式アクチュエータは、金属製のシリンダーやロッドを備えたエアシリンダーと比較し、著しく軽量であるという特徴を持っている。したがって、上記流体圧式アクチュエータは、上記特徴を必要としている広い技術分野において応用が期待されるものである。

上記流体圧式アクチュエータの用途として、人口筋肉（マッスル）や身体障害者のリハビリテーション機器が上げられる。そのうち、身体障害者のリハビリテーション機器としては、長期間の治療により拘縮してしまった上肢や下肢の関節のリハビリテーション機器が考えられる。

ところで、従来の関節用リハビリテーション機器には、例えば特開 2000 - 051297 号公報に開示されているリハビリテーション機器には、モータのようなアクチュエータが用いられているが、モータは駆動源として機器へ組み込まれる

ためにリハビリテーション機器が大型で、かつ重くなる。したがって、身体障害者自身がリハビリテーション機器を移動操作するという観点では問題を有していた。そこで、身体障害者のリハビリテーション機器への空気圧式アクチュエータの応用が期待される。

- 5       しかし、本発明の発明者等が実験した結果、上記従来の流体圧式アクチュエータを繰り返して伸縮すると、例えば数百回繰り返して伸縮すると、流体（空気）の供給によって膨張させられたインナーチューブの一部がメッシュスリーブの網目からはみ出し、インナーチューブが破損することがあった。また、上記流体圧式アクチュエータを繰り返して使用すると、インナーチューブに裂傷が生じたり、
- 10       メッシュスリーブの網目状繊維が破断したりすることがあった。

- 上記のような流体圧式アクチュエータの破損防止や長寿命化を計る技術思想が米国特許第 4,733,603 号公報（以下、先行技術文献 1 と記す。）や、特開平 61-236905 号公報（以下、先行技術文献 2 と記す。）に開示されている。先行技術文献 1 には、流体圧式アクチュエータのインナーチューブとメッシュスリーブ
- 15       との間の摩擦を減少させるために、拡張性を有した柔軟材の層に網目状被覆体を埋め込んでメッシュスリーブを形成するとともに、インナーチューブと前記層状メッシュスリーブとの間に穴の開いた摩擦低減層を設けるという技術が開示されている。この先行文献には、前記摩擦低減層は、チューブと層状メッシュスリーブとの間の摩擦によって生ずる拡張時の抵抗を減少する、と記載されている。

- 20       しかしながら、上記先行文献に記載された流体圧式アクチュエータには、網目状体を柔軟材の層に埋め込んでメッシュスリーブを製造せねばならず、更には多数の穴が開いた摩擦低減層をインナーチューブへ被せなければならぬために、構造が複雑で、かつ高価であるという解決されるべき課題があると考えられる。

- また、先行技術文献 2 には、メッシュスリーブをゴム状弾性材の被覆部材で覆うとともに、この被覆部材をメッシュスリーブの網目の隙間へ侵入させたものが
- 25       開示されている。

      しかしながら、上記先行技術文献 2 に記載されたものは、上記のように構成されたメッシュスリーブとインナーチューブの間には離型剤が塗布されているのみであるので、インナーチューブとメッシュスリーブとの摩擦によって短期間に

インナーチューブが破損することが想定され、流体圧式アクチュエータの長寿命化という解決されるべき課題が残されていると考えられる。

本発明は、構造が簡単で、かつ動作寿命の長い流体圧式アクチュエータを提供することを第 1 の目的として成されたものである。

- 5      さらに本発明は、上記本発明の流体圧式アクチュエータを用いた CPM 装置であって、四肢又はその一部に後天的障害を負った身体障害者用のリハビリテーション用 CPM 装置を提供することを第 2 の目的として成されたものである。

#### 発明の開示

- 10      上記第 1 の目的を達成するために、本発明の流体圧式アクチュエータは、流体が供給・排出されることにより膨張・収縮するインナーチューブと、前記インナーチューブの外周を覆うメッシュスリーブと、前記インナーチューブと前記メッシュスリーブとの間に、細い繊維が伸縮性を持つように編み上げられた低摩擦体であって、前記インナーチューブを覆うように配置された低摩擦体とを備えていることを特徴としている。

15      そして、前記低摩擦体は、前記メッシュスリーブに対する摩擦係数が前記インナーチューブに対する摩擦係数よりも小さいことを特徴としている。

- 20      前記摩擦体は、好ましくは、ポリウレタン芯繊維とナイロン繊維の組み合わせられた合成繊維を繋ぎ目のない筒状に、かつ伸縮性を有するよう編み上げたものを用いると良い。

また、前記合成繊維は 40 デニール程度の太さのものが好ましい。

- 25      上記第 2 の目的を達成するために、ベース部材と、このベース部材へ回動可能に連結され、前記ベース部材に対して回動されることにより装着又は支持された人体の関節運動を行わせる回動部材と、前記回動部材へ動力を供給するアクチュエータを含む第 1 の関節運動機構が前記ベース部材へ設けられた CPM 装置において、前記アクチュエータは、流体が供給・排出されることにより膨張・収縮するインナーチューブと、前記インナーチューブの外周を覆うメッシュスリーブと、前記インナーチューブと前記メッシュスリーブとの間に、細い繊維が伸縮性を持つように編み上げられた低摩擦体であって、前記インナーチューブを覆うように

配置された低摩擦体を備えた流体圧式アクチュエータであることを特徴としている。

前記アクチュエータは、前記回動部材をベース部材に対し所定角度範囲内で往復運動させるために複数個が設けられ、前記回動部材の回動方向に応じてそれらのアクチュエータへの空気の給排が行われる。

本発明の CPM 装置は、前記回動部材へ当該回動部材によって運動させられる部位とそれより先端の部位とに対し、単体的にまたは複合的に関節運動を行わせる付加的な関節運動機構を設けて CPM 装置を多機能化することができる。

そして、前記付加的な関節運動機構には、前記回動部材へともに設けられ、当該回動部材によって運動させられる部位とそれより先端の部位との間の関節の運動を行わせる第 2 の関節運動機構と、当該回動部材によって運動させられる部位とそれより先端の部位とを同時に内外転運動させる第 3 の関節運動機構と、前記ベース部材と前記回動部材との間に設けられ、前記回動部材によって支持された部位よりも元の部位の関節運動を行わせる第 4 の関節運動機構とが含まれ、それらの関節運動機構は択一的に、または複合的に前記 CPM 装置へ組み合わせて用いることができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の流体圧式アクチュエータの第 1 の実施形態の構造を示す図で、給気状態を示す図ある。図 2 は、図 1 に示す流体圧式アクチュエータの排気状態を示す図である。図 3 は、メッシュスリーブの一部の拡大図である。図 4 は、本発明の流体圧式アクチュエータの第 2 の実施形態の構造を示す図で、給気状態を示す図である。図 5 は、図 4 に示す流体圧式アクチュエータのインナーチューブの外観図である。図 6 は、図 5 に示すインナーチューブの排気状態における横断面図である。図 7 は、図 5 に示すインナーチューブの膨張状態における横断面図である。図 8 は、インナーチューブのその他の実施形態の排気状態の横断面図である。図 9 は、本発明の CPM 装置の全体構成を示す外観図である。図 10 は、本発明の CPM 装置の第 1 の実施形態の平面図である。図 11 は、図 10 の下側の側面図である。図 12 は、図 10 の上側の側面図である。図 13 は、本発明の CPM

装置の第 2 の実施形態の平面図である。図 14 は、図 13 に示す CPM 装置の保持部材の回動状態を示す図である。図 15 は、前記保持部材の揺動機構の構造を示す図である。図 16 は、前記保持部材の揺動動作を示す図である。図 17 は、本発明の CPM 装置の第 3 の実施形態の正面図である。図 18 は、図 17 に示すエアアクチュエータの動作を示す図である。図 19 は、本発明の CPM 装置の第 4 の実施形態の要部構造を示す図である。図 20 は、図 19 の平面図である。図 21 は、図 20 の左側面図である。図 22 は、図 20 の右側面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

- 10      以下本発明の特定発明としての流体圧式アクチュエータの実施形態を、図面を用いて説明する。

図 1 は本発明において流体として空気を用いた空気圧式アクチュエータの実施形態 1 における膨張状態を示す側面図、図 2 は図 1 の空気圧式アクチュエータの収縮状態を示す側面図である。なお、図 1 では、空気圧式アクチュエータの内部構造を示すために、メッシュスリーブ及び低摩擦体の一部を破断して示している。

15      図 1、及び図 2 において、膨張収縮体としてのインナーチューブ 1 の長さ方向の一端部には、流体である空気をインナーチューブ 1 内に対して供給・排出するための給排気管 2 が接続されている。インナーチューブ 1 の他端部は、ブッシュ（図示省略）を挿入することにより気密に閉じられている。インナーチューブ 1

20      は、例えばブチルゴム等の弾性体により構成されている。給排気管 2 には、小型エアコンプレッサーと電磁弁等から成る空気の給排気装置（図示省略）が接続されている。

インナーチューブ 1 の外周は、網目状の被覆体であるメッシュスリーブ 3 により覆われている。このメッシュスリーブ 3 は、荷重に対する伸びが極めて小さな樹脂製、例えばナイロン又はポリエステル繊維等の高張力繊維等の線材（フィラメント）を編み上げたもので、その網目はメッシュスリーブ 3 の長さ方向へ所定の角度を持って 2 方向からクロスするように編み上げられている。上記のメッシュスリーブは内周から圧力を受けると、径方向へ膨張して長さが収縮し、圧力が開放されると径と長さが元の状態に復帰する特性を持つように形成されている。

前記先行技術文献 1 に開示されたメッシュスリーブのフィラメント同士がクロス点で固着されているのに対し、本実施形態のメッシュスリーブはフィラメント同士がクロス点で固着されずに交差している点で異なる。この相違は、選考技術文献に開示されたメッシュスリーブは、動作するたびにフィラメントのクロス点に生ずる応力によって破損する懸念があるが、本実施形態のメッシュスリーブはクロス点においてフィラメント同士が固着されていなく、上記応力によってフィラメント同士のクロス点からメッシュスリーブが破損する問題はない。ただし、本発明は、先行技術文献 1 に記載されたフィラメント同士のクロス点が固着しているメッシュスリーブを除外するものではない。

5           メッシュスリーブ 3 の長さ方向の両端部は、締付具 4a, 4b により締め付けられており、これによりインナーチューブ 1 の両端部に対して固定されている。

          インナーチューブ 1 とメッシュスリーブ 3 との間には、メッシュスリーブ 1 に対する摩擦係数がインナーチューブ 1 に対するそれよりも小さい低摩擦体 5 が設けられている。低摩擦体 5 は、インナーチューブ 1 の全体を覆うように配置され、  
15           締付具 4a, 4b によりインナーチューブ 1 の両端部でインナーチューブ 1 に対してメッシュスリーブ 3 と共に固定される。低摩擦体 5 は、収縮時にほぼインナーチューブ 1 の収縮時の外径に等しい周長を有した筒状体であり、低摩擦体 5 の材料としては、例えばストッキング等を使用される伸縮可能な布材を用いることができる。このような布材は、例えばポリウレタンの芯繊維にナイロン繊維を組み  
20           合わせた合成繊維を編み上げて伸縮可能に構成されており、樹脂製フィラメントを編み上げたメッシュスリーブに対する摩擦係数が、ブチルゴムやシリコンゴム製のインナーチューブに対する摩擦係数よりも小さい。なお、低摩擦体 5 は使用する繊維がそうであるように、公知のストッキングの編上げ技術を用いて繋ぎ目のない筒状体として製造されることが望ましい。

25           このような空気圧式アクチュエータでは、インナーチューブに対して空気を供給することによりインナーチューブ 1 が膨張するが、メッシュスリーブ 3 の素材は（伸縮性をほとんど持っていないので）伸張されず、インナーチューブ 1 の径の増大は全長の縮小に変換される。また、インナーチューブ 1 から供給された空気を排出することにより、インナーチューブ 1 の径が小さくなり、アクチュエー



タの全長は元に戻る。

このような膨張・収縮に際し、インナーチューブ 1 とメッシュスリーブ 3 との間に低摩擦体 5 が設けられているので、インナーチューブ 1 とメッシュスリーブ 3 とは直接摩擦されず、少ない繰返し動作でインナーチューブ 1 に裂傷が生じることや、メッシュスリーブ 3 の繊維が破断することが防止される。したがって、空気圧式アクチュエータの繰返し動作に対する耐久性、換言すれば長寿命化が達成できる。

図 3 はメッシュスリーブ 3 の一部を示す拡大図である。メッシュスリーブ 3 は複数本のポリエチレンフィラメント 6 の束を網目状に編んで構成されている。また、メッシュスリーブ 3 はポリエチレンフィラメント 6 の本数を十分に多く、すなわち配置密度を十分に高くすることにより目の細かい網目構造にされている。これにより、空気の供給によって膨張させられたインナーチューブ 1 の一部がメッシュスリーブ 3 の網目からはみ出すことが防止され、インナーチューブ 1 の耐久性を向上することができる。

発明者らは、前記従来技術の問題点を確認するために、メッシュスリーブを網目の粗い構造とした場合と網目の細かい構造とした場合とについて、耐久性の試験を行った。この耐久試験において、網目の粗い第 1 試験体としては 144 本のポリエチレンフィラメントを有するメッシュスリーブを用い、網目の細かい第 2 試験体としては 288 本のポリエチレンフィラメントを有するメッシュスリーブを用いた。また、両者の編上げ方法は同一とし、両者ともインナーチューブへ空気を供給していない初期状態の径を約 15mm に形成し、空気を供給した後に内圧により直径 30mm まで拡大させた。さらに、試験用のメッシュスリーブとしては、電気配線を保護したり結束したりするために使用される可変径網目状スリーブを用いた。さらにまた、この試験では、低摩擦体は使用しなかった。

その結果、第 1 試験体では、耐圧力は 0.3MPa、長さの収縮率は 25% となり、繰返し負荷を印加した場合に、許容伸縮回数が 200~300 回であったのに対して、第 2 試験体は、耐圧力は 0.7MPa、長さの収縮率は 30% となり、繰返し負荷を印加した場合に、許容伸縮回数が 7,000~20,000 回であった。この試験結果をもう少し詳しく説明すると、第 1 試験体では、伸縮回数の増加に伴いインナーチュー

ブの両端部近傍で網目のサイズが大きくなり、膨張時にインナーチューブが網目からはみ出す現象が見られた。これに対して、第2試験体では、繰返し使用によっても、メッシュスリーブの長さ方向の全体にわたって網目のサイズが変化せず、均等な膨張収縮が繰り返された。

- 5        この試験から、メッシュスリーブの網目を粗くすると、インナーチューブへ供給される空気の圧力が小さくてもアクチュエータの収縮率が大きくできるが、インナーチューブがメッシュスリーブの網目からはみ出したり、メッシュスリーブが破損したりするために、アクチュエータの寿命が短いことが判明した。

- 10        次に本発明の効果を確認するために、上記の試験と同様の第2試験体と、第2試験体へ前記低摩擦体5を組み込んだ第3試験体とで耐久性の比較試験を行った。試験用の低摩擦体としては、市販のストッキング（繊維の太さは40デニール）の一部を利用した。

- 15        その結果、第2試験体は上記のように耐圧力が0.7MPa、長さの収縮率が30%の繰返し負荷を印加した場合に、許容伸縮回数が7,000~20,000回であったのに対して、第3試験体では、耐圧力が0.7MPa、長さの収縮率が30%の繰返し負荷を印加した場合に、許容伸縮回数が80,000~400,000回であった。このような比較試験からも低摩擦体を組み込むことによりアクチュエータの耐久性が向上することが確認された。

- 20        以上の実施形態においては、アクチュエータへ空気を送り込むとインナーチューブが径方向へ膨張し、インナーチューブの周方向へ引張応力が発生する。これゆえにメッシュスリーブの網目の間からインナーチューブがはみ出すこととなる。次の第2の実施形態の空気圧式アクチュエータは、アクチュエータを作動させたときに、インナーチューブの周方向に引張応力が生じないようにしたものである。

- 25        図4はこの発明の実施形態2による空気圧式アクチュエータの側面図、図5は図4に示すインナーチューブの斜視図、図6は図5のインナーチューブの横断面図、図7は図5のインナーチューブの膨張状態の横断面図である。なお、図4はアクチュエータの内部構造を示すためにメッシュスリーブの一部を破断して示してある。

図において、膨張収縮体としてのインナーチューブ11は、収縮状態から膨張

状態へ移る過程で、表面積を同一に保ちつつチューブに囲まれた領域の断面積が増大されるように構成されている。すなわち、インナーチューブ 11 には、収縮時に内側に突出する複数の襞状部 11a がチューブの周方向に等間隔で複数設けられている。インナーチューブ 11 の膨張時には、図 7 に示すように襞状部 11a が拡張されることによりインナーチューブ 11 に囲まれる領域の断面積が増大される。

インナーチューブ 11 は、図 1 に示す実施形態と同様に、例えばブチルゴムやシリコンゴム等の伸縮性を有する弾性体により構成されている。インナーチューブ 11 の外周は、網目状の被覆体であるメッシュスリーブ 3 により覆われている。

メッシュスリーブ 3 の構成は実施形態 1 と同様である。

なお、この例では、インナーチューブ 11 の断面周囲長（図 6 の断面に外接する円の周長）に対して、インナーチューブ 11 が膨張したときの断面周囲長（図 7 の円周長）が 2.2 倍以内となっている。

次に、本実施形態 2 における動作を説明する。インナーチューブ 11 内に空気が供給されることにより、インナーチューブ 11 の表面積が変化しないままインナーチューブ 11 に囲まれた領域の断面積が増大される。すなわち、本実施形態 2 のインナーチューブ 11 では、膨張時に、断面における外周長を同一に維持したままインナーチューブ 11 囲まれた断面積が増大するようにチューブの断面形状が変化する。そして、上記のようなインナーチューブ 11 の膨張により、アクチュエータの全長が縮小され、アクチュエータの両端間に駆動力が発生する。本実施形態を実施するには、インナーチューブ 11 が図 7 に示すように襷が全部伸ばされてインナーチューブ 11 の断面が円となったときに、アクチュエータが所望の長さだけ縮むように、メッシュスリーブ 3 とインナーチューブ 11 の関係を設定すればよい。

全長が縮小したアクチュエータは、インナーチューブ 11 から空気を排出することによって、インナーチューブ 11 は図 6 に示す断面形状に復帰するので、元の長さに戻る。

本実施形態 2 の空気圧式アクチュエータは、インナーチューブ 11 の弾性を利用せずに、換言すればチューブの周方向へ引張応力を生じさせることなくチュー

ブを膨張させることができる。したがって、インナーチューブ 11 がメッシュス  
リーブ 3 の網目からはみ出すことがない。したがって、インナーチューブ 11 に  
傷が生じ、その傷が膨張時に拡がるということが少なくなる。また、インナーチ  
ューブ 11 には膨張時に引張応力が作用しないので、インナーチューブへ引張応  
5 力を繰返し作用させてもインナーチューブに塑性変形が生ずることが防止され、  
インナーチューブ 11 の特性を安定に保つことができる。したがって、インナー  
チューブ 11 の耐久性が向上するので、アクチュエータの長寿命化が図れる。

さらに本実施形態 2 によれば、インナーチューブは供給された空気の分だけ膨  
張するのでアクチュエータが発生する力の特性が線形に近くなり、また上記の如  
くインナーチューブに塑性変形が生じないことからヒステリシスロスも低減され  
10 るので、アクチュエータの伸縮制御の精度を向上することができる。

なお、上記実施形態 2 においては、インナーチューブ 11 の表面積を同一に保  
つように空気の供給を制御したが、インナーチューブの 11 の材質の弾性変形の  
範囲内であれば、インナーチューブ 11 の表面積が図 7 の状態からある程度増大  
15 するレベルまで空気の供給を行っても良い。この場合にも、インナーチューブ 11  
の膨張過程の大部分でインナーチューブ 11 には引張応力が生じないので、イン  
ナーチューブ 11 の耐久性を向上させることができる。

また、インナーチューブ 11 の構造を、膨張の初期段階からインナーチューブ  
11 の表面積が増大しつつ襞状部が拡がるようにしても良い。この場合も、イン  
ナーチューブ 11 の弾性変形量は襞状部を全く設けない場合に比べて少なくて済み、  
20 インナーチューブ 11 の耐久性を向上することができる。

さらに実施形態 2 では、インナーチューブ 11 の外周にメッシュスリーブ 3 を  
配置したが、インナーチューブ 11 とメッシュスリーブ 3 との間に実施形態 1 と  
同様の低摩擦体 5 を設けても良い。

次に本発明の第 3 の実施形態の空気圧式アクチュエータを説明する。図 8 は本  
発明の実施形態 3 のインナーチューブの収縮時の横断面図である。図 8 に示すよ  
うに、インナーチューブ 12 は収縮時に折り畳まれた断面形状をしている。この  
ようなインナーチューブ 12 を用いた場合にも、膨張時にインナーチューブの表  
25 面積を変化させずにインナーチューブに囲まれた領域の横断面積を増大させるこ

とができる。したがって、本実施形態 3 によっても、インナーチューブ 12 の耐久性を向上させ、アクチュエータの長寿命化を図ることができるとともに、伸縮制御の精度を向上することができる。

以上、本発明の流体圧式アクチュエータとして空気圧を用いたアクチュエータ  
5 を例に挙げて説明したが、本発明はそれに限定されるものではない。例えば膨張収縮体へ供給される流体は、空気に限定されるものではなく、用途に応じて種々の気体又は液体を用いることができる。

また、実施形態 1 乃至 3 においては、細長いチューブ状のアクチュエータのみ  
10 を示したが、膨張収縮体の形状を変えた種々の流体圧式アクチュエータにも本発明を適用することができる。

さらに、上記実施形態 2 及び 3 におけるインナーチューブの収縮時の横断面形状は、図 5 及び図 8 に示したものに限定されるものではなく、例えば星状に襞が形成されたものでも良い。

さらにまた、この発明の流体圧式アクチュエータは、人間が着用する着用形ロ  
15 ボットを駆動するためのアクチュエータ、すなわち人工筋肉として使用することができる。さらに、産業用ロボットや建設機械等を駆動するためのアクチュエータとして使用することができる。さらにまた、関節に障害を有する身体障害者用リハビリテーション機器を駆動するアクチュエータとしても使用することができる。すなわち、本発明の流体圧式アクチュエータは広範な分野の機器に用いるこ  
20 とができる。

以上説明したように、本発明によれば、膨張収縮体と被覆体との間に被覆体に対する摩擦係数が膨張収縮体のそれよりも小さい低摩擦体が設けられているので、繰返し使用に対するアクチュエータの耐久性の向上、すなわち長寿命化が図れる。

また、本発明によれば、収縮状態から膨張状態へ移る過程の少なくとも一部で、  
25 表面積を同一に保ちつつ囲まれた領域の面積が増大するように膨張する膨張収縮体を用いたので、アクチュエータの繰返し使用に対する耐久性の向上、すなわち長寿命化が図れる。

次に、本発明の関連発明としての CPM 装置について説明する。図 9 は上記流体圧式アクチュエータを構成要素として備えた CPM 装置の概略構成図である。

図9において、20はCPM装置本体、80はボックスタイプの制御装置、90はCPM装置本体20と制御装置80との間を接続するエアホースであり、図では1本で示してあるが、制御装置内の電磁弁から各種タイプのエアアクチュエータへ接続される複数本のエアホースが束ねられたものである。制御装置80は、図では省略されているが、ボックス内部にエアコンプレッサー、電磁弁、及び中央制御装置(CPU)及びそれらを電氣的に接続する回路が収納されるとともに、これらに電力を供給する電源コンセントを外部に備えている。コンプレッサーは、圧力空気を生成するもの、電磁弁はエアアクチュエータへの空気の供給、排出を行うためのもの、CPUはCPM装置の動作を制御するためのもので、CPUに備えられたROMにCPM装置の動作シーケンスが複数種記憶されている。そして、制御ボックスタイプの制御装置80には、操作パネル81が設けられている。なお、電磁弁は、各アクチュエータの近傍に設けても良い。アクチュエータの近傍へ電磁弁を設けることで、アクチュエータへの空気の供給効率、アクチュエータからの空気の排出効率の向上が図れる。

図9に示すようにCPM装置を構成すると、CPM装置本体には前述の流体圧式エアアクチュエータが駆動用アクチュエータとして組み込まれ、エアコンプレッサーのような重量物はCPM装置本体とは分離して設けられるので、CPM装置本体の移動操作が容易となる。

次に、CPM装置20の第1の実施形態を、図10乃至図12を用いて説明する。

図10は肘の屈曲・伸展運動を行わせるためのCPM装置の平面図、図11は図10に示すCPM装置の下面図で、肘の屈曲動作時の状態を示す図、図11は図10に示すCPM装置の上面図で、肘の伸展動作時の状態を示す図である。

図10において、21はCPM装置のベースとしてのベースプレートで、このベースプレート21の上面には、回動支持部22が設けられている。この回動支持部22は、ベースプレート21の上面に配置された回動支持部材22aと、この回動支持部材22aの図示右端の上下に設けられた1組の回動支持部22b、22cとから成る。そして、回動支持部22b、22cには図1のY軸に平行な回動軸23a、23bが設けられ、この軸23a、23bによって、人の前腕を支持する前腕支持プレート24が回動可能に回動支持部22b、22cと連結されている。人体の肘は1組の回動支

## 1 3

持部 22b, 22c の中間に置かれ、前腕支持プレート 24 によって前腕が支持されるようになっている。回動支持部材 22a はベースプレート 21 とほぼ同一の幅を有し、幅方向の両端部で厚みが厚く、中央部で厚みが薄く形成され、内部は中空になっていて、ベースプレート 21 を覆うカバーの役目も果たしている。前腕支持  
5 プレート 24 は図 12 に示す水平状態と、図 11 に示す約 120° 立位状態との間で回動可能となっている。

前腕支持プレート 24 は上面がほぼ平面で、裏面が前記回動支持部材 22a の上面に沿った形状をしたほぼ板状部材で、図示右端部に前記回動支持部 22b, 22c  
10 に取り付けられた回動軸 23a, 23b へ連結される連結部材 24a, 24b が設けられている。前腕支持プレート 24 上には、掌部分を緩く保持（挟持）する保持部材 25 が設けられていると共に、肘より先の部分が前腕支持プレート 24 のエッジに当たることを防ぐ目的で、前腕支持プレート 24 の一部分に凹部 24c が形成されている。保持部材 25 は、CPM 装置を使用する時に、使用者が肘を前記回動支持部の付近に置き、前腕を前腕支持プレート 24 上で伸ばすと、掌が保持部材 25 に  
15 よって緩く保持されるような位置に配置されている。

前腕支持プレート 24 は連結部材 24a, 24b を介して、回動支持部 22b, 22c の各々の回動軸 23a, 23b に結合されている。回動軸 23a, 23b は、両端支持構造によって回転可能に回動支持部 22b, 22c によって支持されている。回動軸 23a, 23b には、それぞれプーリ 26a, 26b が固定され、プーリ 26a, 26b にはワイヤ  
20 27a, 27b が巻き付けられている。それらのワイヤ 27a, 27b の一端はプーリ 26a, 26b に固定されている。なお、ワイヤが巻き付けられるプーリ 26a, 26b の溝の径は、前腕支持プレート 23 を回動させるためのモーメント（前腕支持プレートの重量と回動中心から重心までの距離との積＜アクチュエータの収縮力と溝の径との積）を考慮して決定することができる。また、プーリ 26a, 26b に対するワイヤ 27a, 27b の巻き付け量は前腕支持プレート 24 の回動角度を考慮して決定す  
25 ることができる。

そして、2 本のワイヤのうちの 1 つのワイヤ 27a における端部と、ベースプレート 21 との間または回動支持部材 22a との間（好ましくは、回動支持部材 22a との間）には、前腕支持プレート 24 を水平状態からほぼ 120° 回動させるため

の駆動力を発生する流体圧式アクチュエータ（空気圧式アクチュエータ）としてのチューブ形エアアクチュエータ 28a が設けられている。また、ワイヤ 27 のうちのもう一方のワイヤ 27b における端部と、ベースプレート 21 との間または回動支持部材 22a との間（好ましくは、回動支持部材 22a との間）には、前腕支持プレート 24 を 120° 回動された状態から水平状態へ復帰させるための駆動力を発生する流体圧式アクチュエータ（空気圧式アクチュエータ）としてのチューブ形エアアクチュエータ 28b が設けられている。

詳細に説明すると、チューブ形エアアクチュエータ 28a の一端部は前記ワイヤ 27a の一端部に接続され、そのワイヤ 27a の他端部は図 10 に示すようにプーリ 26a へ導入されてプーリ 26a へ固定されている。また、チューブ形エアアクチュエータ 28b の一端部もワイヤ 27b の一端部へ接続され、そのワイヤ 27b の他端部は図 11 に示すようにプーリ 26b へ導入されてプーリ 26b へ固定されている。

しかし、チューブ形アクチュエータ 28b は前腕支持プレート 24 を図 11 に示す状態から戻すものであるので、チューブ形アクチュエータ 28b が作動した時に、プーリ 26b の回転と逆方向へ前腕支持プレート 24 を回動させる機構が必要となる。この逆作動機構 29 は図 12 においては簡略化して示しているが、詳細には、例えば次のように構成されている。すなわち、プーリ 26b は回動軸 23b に対し回転自在に取り付けられ、このプーリ 26b には傘歯車 A が同軸に固定されている。そしてこの傘歯車 A に噛み合うように小さな傘歯車 B が回動軸 23b を間に挟んで 2 個配置されている。さらにそれらの 2 個の傘歯車 B にかみ合うように傘歯車 C が配置され、この傘歯車 C が回動軸 23b へ固定されている。逆作動機構 29 をこのように構成するとワイヤ 27b からプーリ 26b へ伝達された力は、傘歯車 A から傘歯車 B を介して傘歯車 C へ伝達されるが、傘歯車 A と傘歯車 C とは回転方向が逆となる。したがって、チューブ形アクチュエータ 28b が作動すると、前腕支持プレート 24 は図 11 の状態から水平方向へ回動されることとなる。なお、以上の逆作動機構 29 は、ワイヤ 27b をプーリ 26b へ導入する方向をプーリ 26a へのワイヤ 27a の導入方向と同一にするためのもので、補助プーリを別途設けてワイヤ 27b を上記とは逆方向からプーリ 26b へ導入することで、逆作動機構の簡略化を計ることも可能である。



なお、以上のチューブ形エアアクチュエータ 28a, 28b は、本発明の特定発明にて説明を行った図 1 及び図 4 に示すタイプの空気圧式アクチュエータが使用される。なお、チューブ形アクチュエータ 28a, 28b は同一仕様のものでも、異種仕様のものでもよい。異種仕様とする場合には、前腕支持プレート 24 を水平から立ち上げるためのアクチュエータ 28a は収縮力の強いものを用い、前腕支持プレート 24 を水平へ戻すためのアクチュエータ 28b は収縮力の弱いものを用いると良い。

したがって、チューブ形アクチュエータ 28a の一端部に接続されたエアチューブ（図示省略）を介してアクチュエータのインナーチューブへ、例えばエアコンプレッサーや電磁弁から成る空気給排気装置（図示省略）から空気を供給することにより、チューブ形アクチュエータ 28a の長さが収縮する。チューブ形エアアクチュエータ 28a に生じた収縮力がワイヤ 27a へ伝達されると、プーリ 26a が回転し、前腕支持プレート 24 が図 9 の水平状態から図 10 に示す立位方向へ回動される。そして、チューブ形エアアクチュエータ 28a から空気を排出すると共に、チューブ形アクチュエータ 28b の一端部に接続されたエアチューブ（図示省略）を介してアクチュエータのインナーチューブへ、例えばエアコンプレッサーや電磁弁から成る空気給排気装置（図示省略）から空気を供給することによりチューブ形アクチュエータ 28b の長さが収縮する。チューブ形エアアクチュエータ 28b に生じた収縮力がワイヤ 27b へ伝達されると、プーリ 26b が回転するとともに逆作動機構 29 が動作し、前腕支持プレート 24 が水平方向へ回動される。前腕支持プレート 24 はチューブ形アクチュエータ 28a 及び 28b の長さ方向への交互の収縮動作によって往復動作させられる。これにより、肘の屈曲・伸展運動を行わせることができる。なお、前腕支持プレート 24 の回動速度は、障害者の障害度合いや、障害の回復度合いに応じて、チューブ形アクチュエータ 28a, 28b に対して単位時間あたりに供給または排出される空気量を電磁弁の開放制御によって調節することで、任意に可変設定することができる。

次に、本発明の CPM 装置の第 2 の実施形態について説明する。図 13 は図 10 に示す本発明の CPM 装置の第 1 の実施形態へ手首の屈曲・伸展機構を組み込んだ第 2 の実施形態の CPM 装置の平面図で、図 14 はその第 2 の実施形態の CPM 装

置において手首屈曲動作が成された時の状態を示す平面図である。前腕支持プレート 24 には、円盤状の回動テーブル 31 が設けられている。回動テーブル 31 は、図 13 の X 軸と平行な軸線、すなわち前腕支持プレート 24 の上面に直交する軸線を中心として回動可能に前腕支持プレート 24 へ取り付けられている。保持部材 25 は、回動テーブル 31 上に搭載されている。したがって、保持部材 25 は回動テーブル 31 と共に回動され得る。

前腕支持プレート 24 の裏側には、回動テーブル 31 を回動させるための第 1 エアシリンダー 32 が配置されている。第 1 エアシリンダー 32 のロッド（プランジャ） 32a の先端が回動テーブル 31 の回転中心から所定の距離の位置で、回動テーブル 31 の回転軸へ連結されたアーム（図示省略）の先端へ連結され、また第 1 エアシリンダー 32 のシリンダー本体の端部が前腕支持プレート 24 へ連結されている。第 1 エアシリンダー 32 のロッド先端と回動テーブル 31 との接続点は、回動テーブル 31 を回動（往復動作）させる角度とロッドのストロークに応じて決めることができる。なお、回動テーブル 31 と第 1 エアシリンダー 32 を接続するための部材は、上記図示を省略されたアームに代え、円盤状部材とすることもできる。

以上のように構成された保持部材 25 の動作機構において、第 1 エアシリンダー 32 へ接続されたホースを介してエアコンプレッサーと電磁弁とから成るエア供給源によって空気の供給・排気を行うことによって、保持部材 25 が回動テーブル 31 の回動によって図 14 に示すように回動される。したがって、保持部材 25 によって挟持された手首の屈伸運動を行わせることができる。

次に、本発明の CPM 装置の第 3 の実施形態を説明する。この実施形態は、前記第 1 及び第 2 の実施形態の CPM 装置へ前腕のひねり運動機構を付加したものである。図 15 は図 10 又は図 13 に示された実施形態の CPM 装置へ組み込まれた前腕ひねり運動機構を説明するための図で、図 10 又は図 13 の左側面図である。図 15 において、保持部材 25 の内部は中空に形成され、その中空部に第 2 エアシリンダー 33 及び第 3 エアシリンダー 34 が配置され、それらのエアシリンダーの本体部が固定されている。これらのエアシリンダー 33 及び 34 のロッド（プランジャ） 33a 及び 34a にはそれぞれ第 1 リンク 35、第 2 リンク 36 が回転可能に接

続され、それらの第1リンク35及び第2リンク36の他端は前腕支持プレート24又は回転テーブル31へ設けられた接続具37へ回転可能に接続されている。そして、第2シリンダー33及び第3シリンダー34へは図示を省略しているが、空気を供給するエアホースが接続されており、それらのエアホースは保持部材25  
5 の中空部に沿って這わされ、保持部材25の中央部から前腕支持プレート24の裏面へ通されて、その他のエアホースと束ね処理されている。

以上のように構成された前腕ひねり運動機構において、第2シリンダー33と第3シリンダー34へエアコンプレッサと電磁弁とから成るエア供給源によって排他的に空気を供給することによって、保持部材25が接続具37を中心として揺動する。例えば、図15に示すように第1シリンダー33へ空気を供給すると、第2シリンダー33のロッド33aが突出する。第2シリンダー33のロッド33aが突出しても、第3シリンダー34へは空気が供給されていないので第3シリンダー33と第2リンク36の連結状態には変化が起こらず、第2シリンダー33のロッド33aが伸びた分だけ保持部材25が第2シリンダー33の本体によって押されることとなる。すなわち、保持部材25は図16に示すように揺動して傾斜させられる。図16に示すように保持部材25が揺動した後、第3シリンダー34へ空気を供給すると、保持部材25は上記動作とは逆方向（図示2点鎖線の位置方向）へ揺動させられる。これによって、保持部材25内へ挟持されていた掌へ往復方向に回転力が伝達される。したがって、前腕は外転及び内転のひねり運動をされることとなる。なお、保持部材25の揺動速度及び揺動角度は、電磁弁の開放制御により調整することが可能である。すなわち、保持部材25の揺動速度を速めるためには、電磁弁の開放量を大きくし、揺動速度を遅くするためには電磁弁の開放量を小さくすることで、また、保持部材25の揺動角度を調節するためにはシリンダーへの空気の供給量または電磁弁の開放時間を制御することで対応が可能である。

次に、本発明の第3の実施形態のCPM装置について図17を用いて説明する。この第3の実施形態のCPM装置は、人体の肩・肩甲帯の屈曲動作を行わせるに好適なもので、図10、図13、図15に示すCPM装置へ肩・肩甲帯の屈伸運動機構を付加したものである。図17は、図10、図13の右側面図に相当するものである。図17に示すように、ベースプレート21と回転支持部材22aとの間に第1

5 パッド形エアアクチュエータ 41 及び第 2 パッド形エアアクチュエータ 42 が図の Y 軸方向へ並べて配置されている。それらの配置位置は、なるべく肘が置かれる位置に近い方が望ましい。したがって、回動支持部材 22a の回動部 22b, 22c に近い位置へそれらのパッド形アクチュエータが配置される。このために、回動支持部材 22a のパッド形エアアクチュエータ配置位置に対応する部分には中空部分に蓋を施すなどの方法で平面が形成されている。

10 これらのパッド形エアアクチュエータ 41, 42 は、コンプレッサー、電磁弁を含む空気供給源へホースを介して接続される。そして、それらのパッド形エアアクチュエータ 41, 42 は内部に空気が供給されることにより膨張し、回動支持部材 22a を持ち上げ、回動支持部材 22a とベースプレート 21 との間に隙間を作る。パッド形エアアクチュエータ 41 と 42 への空気の供給方法には、交互に空気の供給、排出を行う制御方法と、同時に空気の供給、排出を行う制御方法とが可能であり、それらの制御は制御装置にて選択することが可能となっている。

15 これらの制御方法のうち、パッド形エアアクチュエータ 41 と 42 とへ交互に空気の供給、排出を行うと、回動支持部材 22a が揺動する（図 18 参照）。これにより前腕を CPM 装置に置いた人体の肩・肩甲帯の屈曲・伸展運動が行われる。また、パッド形エアアクチュエータ 41 と 42 の両方へ同時に空気の供給、排出を行うことにより、前腕を CPM 装置に置いた人体の肩の上下運動が行われる。なお、回動支持部材 22a の揺動量と上下量、及びそれらの移動速度は、パッド形エアアクチュエータ 41, 42 への空気の供給量及び単位時間当たりの空気の供給量を電磁弁の開放によって制御することで任意に設定することができる。

20 次に、本発明の第 4 の実施形態の CPM 装置について説明する。図 19 はその側面図、図 20 は図 19 の平面図、図 21 は図 19 の左側面図、図 22 は図 19 の右側面図である。図において、ベースプレート 51 上の一端部には、回動支持部 52 が設けられている。回動支持部 52 には、前腕を支持する回動部材としての前腕支持プレート 53 が水平な回動軸 54 を中心として回動可能に連結されている。前腕支持プレート 53 は、水平状態（図 19 参照）と水平から 120° 回転した状態（図示せず）との間で回動可能になっている。

## 19

回動支持部 52 と前腕支持プレート 53 との間には、屈曲用チューブ形エアアクチュエータ 55 と伸展用チューブ形エアアクチュエータ 56 とが設けられている。これらのチューブ形エアアクチュエータ 55, 56 は、図では簡略化して直線で示しているが、前述の実施形態のものと同様の構造を有している。そして、チューブ形エアアクチュエータ 55, 56 の一端は前腕支持プレート 53 へ取り付けられた軸 57, 58 へ回転可能に接続され、他端は回動支持部 52 へ取り付けられた軸 59, 60 へ回転可能に接続されている。

ここで、チューブ形エアアクチュエータ 55, 56 の取り付けと前腕支持プレート 53 の回転軸 54 との位置関係を説明する。チューブ形エアアクチュエータ 55 を取り付けられている軸 57 と軸 59 の中心軸を結ぶ直線は、軸 54 と軸 59 の中心軸を結ぶ直線とほぼ  $60^\circ$  の角度を有している。一方、チューブ形エアアクチュエータ 56 を取り付けられている軸 58 と軸 60 の中心軸を結ぶ直線と、軸 54 と軸 60 の中心軸を結ぶ直線は  $180^\circ$  未満の鈍角を有している。言い換えれば、軸 60 は軸 54 と軸 59 の中心軸を結ぶ直線よりも図示左側で、軸 54 の中心軸よりもベースプレート 51 側へ寄った位置に取り付けられている。

このようにチューブ型エアアクチュエータ 55, 56 を配置することにより、チューブ形エアアクチュエータの長さの縮小をプーリの回転に変換することなしに、前腕支持プレート 53 を往復回動することができる。その動作原理は以下のとおりである。チューブ形エアアクチュエータ 55 へ空気を供給すると、チューブ型エアアクチュエータ 55 の長さが縮小する時に発生する収縮力が、前腕支持プレート 53 を軸 54 周りに時計方向へ回転させる回転力（トルク）として作用する。そして、このトルクは軸 54, 59, 57 が一直線上になるまで、すなわち前腕支持プレート 53 が水平状態からほぼ  $120^\circ$  回動するまで作用する。軸 54, 59, 57 が一直線上になるとトルクがなくなるので、前腕支持プレート 53 の回転が停止する。前腕支持プレート 53 の回転が停止すると、チューブ型エアアクチュエータ 55 の空気が排出され、チューブ型エアアクチュエータ 56 へ空気が供給される。すると、チューブ型エアアクチュエータ 56 の長さが収縮し、そのときに発生する収縮力が、前腕支持プレート 53 を軸 54 回りに半時計方向へ回転させるトルクとして作用する。これによって前腕支持プレート 53 は水平方向へ戻される。

## 20

このような前腕支持プレート 53 の往復回動動作により、肘の屈伸運動を行わせることができる。

前腕支持プレート 53 には、図 20 の Z 軸と平行な軸を中心として回動する内転・外転プレート 61 が設けられている。内転・外転プレート 61 は、前腕支持プレート 53 の先端部に設けられたローリング機構部 62 と一体に回動される。前腕支持プレート 53 には、内転・外転プレート 61 を回動させる一対のワイヤ付きチューブ形エアアクチュエータ 63, 64 が搭載されている。

ワイヤ付きチューブ形エアアクチュエータ 63, 64 は、本発明の特定発明として説明したものと同様のチューブ形エアアクチュエータで、それらの端部には駆動力を伝達するためのワイヤ 63a, 64a が接続されている。ワイヤ付きチューブ形エアアクチュエータ 63, 64 のエアアクチュエータ部分の伸縮によりローリング機構部 62 が回動され、内転・外転プレート 61 が前腕支持プレート 53 に対して回動（揺動）される。これにより、前腕の回内・回外運動を行わせることができる。

内転・外転プレート 61 上には、使用者の手首を緩く拘束する手首ホルダ 65 と、使用者の手に装着される装着ベルト 66 とが設けられている。装着ベルト 66 は、図の Y 軸と平行な軸 67 を中心に回動可能な手首駆動機構 68 に接続されている。手首駆動機構 68 と内転・外転プレート 61 との間には、手首駆動機構 68 を回動させる一対のチューブ形エアアクチュエータ 69, 70 が設けられている。手首駆動機構 68 は、チューブ形エアアクチュエータ 69, 70 への空気の給排を交互に行うことにより回動（揺動）される。これにより、手首の屈伸運動を行わせることができる。

ベースプレート 51 と前腕支持プレート 53 との間には、図 22 に示すように第 1 及び第 2 パッド形エアアクチュエータ 71, 72 が図の Y 軸方向に沿って並べて配置されている。これらのパッド形エアアクチュエータ 71, 72 の動作は、前記第 3 の実施形態の CPM 装置と同様であり、第 1 及び第 2 パッド形エアアクチュエータ 71, 72 のいずれか一方に選択的に空気を供給することにより、肩・肩甲帯の屈伸運動を行わせることができる。また、両方のパッド形エアアクチュエー

## 21

タ 71, 72 に空気を同時に出し入れすることにより、肩の上下運動を行わせることができる。

5 本実施形態の CPM 装置においても、チューブ形エアアクチュエータ 55, 56, 63, 64, 69, 70 及びパッド形エアアクチュエータ 71, 72 等を駆動源として使用したので、全体の小形軽量化を図ることができる。また、複数の関節の複雑な運動の組み合わせを容易に実現することができる。

なお、上記第 1 乃至第 4 の実施形態は、肩を含む上肢のリハビリテーションを行う CPM 装置を示したが、本発明は、例えば腰を含む下肢のリハビリテーションを行う CPM 装置にも適用できる。

10 また、上記各実施形態では、流体として空気を用いたが、例えばガスや油・水等の他の流体を用いても良い。

15 以上説明したように、本発明の CPM 装置は、流体が供給・排出されることにより膨張・収縮する膨張収縮体と、膨張収縮体の外周を覆う網状の被覆体と、膨張収縮体と網状の被覆体との間に挿入された低摩擦体を有し、膨張収縮体が膨張することにより長さが縮小されて駆動力を発生する流体圧式アクチュエータを用いて回動部材を回動させるので、全体の小形軽量化を図ることができる。また、前記流体圧式アクチュエータは膨張収縮体と網状被覆体との間に低摩擦体が配置されたものであり寿命が長いので、使用者は CPM 装置を長期にわたって安心して使用することが可能である。

20 また、ベースに対して回動部材を回動させるアクチュエータとして、また回動部材に対して可動部材を回動させる複数のアクチュエータとして空気圧式アクチュエータを用いたので、全体の小形軽量化が図れ、かつ複数の関節運動の組み合わせを容易に実現することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 流体が供給・排出されることにより膨張・収縮するインナーチューブと、  
前記インナーチューブの外周を覆い、前記インナーチューブの膨張に追従  
5 してその径が膨張するとともに長さが収縮するメッシュスリーブと、前記  
インナーチューブと前記メッシュスリーブとの間に、細い繊維が伸縮性を  
持つように編み上げられた低摩擦体であって、前記インナーチューブを覆  
うように配置された低摩擦体とを備えたことを特徴とする流体圧式アク  
チュエータ。
- 10 2. 前記低摩擦体は、前記メッシュスリーブに対する摩擦係数が前記インナ  
ーチューブに対する摩擦係数よりも小さいことを特徴とする請求項1に記  
載の流体圧式アクチュエータ。
3. 前記摩擦体は、ポリウレタン芯繊維とナイロン繊維の組み合わせられた合  
成繊維を、伸縮性を有するように編み上げたものであることを特徴とする  
15 請求項1に記載の流体圧式アクチュエータ。
4. 前記合成繊維は約40デニールの太さである請求項3記載の流体圧式ア  
クチュエータ。
5. 前記低摩擦体は、周方向に繋ぎ目がなく編み上げられた筒状体であるこ  
とを特徴とする請求項1乃至4に記載の流体圧式アクチュエータ。
- 20 6. 前記周方向に繋ぎ目がなく編み上げられた低摩擦体は、収縮時にインナ  
ーチューブの径にほぼ等しい径を有した筒状体であることを特徴とする請  
求項5に記載の流体圧式アクチュエータ。
7. 前記インナーチューブは、収縮状態から膨張状態へ移る過程の少なくと  
も一部で、表面積を同一に保ちつつそれによって囲まれた断面積が増大す  
25 るように非円形断面を持って形成されていることを特徴とする請求項1に  
記載の流体圧式アクチュエータ。
8. 前記非円形断面を持ったインナーチューブは、収縮時には断面の内側に  
突出する複数の襞状部が形成され、それらの襞状部はインナーチューブへ  
流体が供給されると拵げられてインナーチューブの径が膨張することを



## 23

特徴とする請求項7に記載の流体圧式アクチュエータ。

- 5 9. ベース部材と、このベース部材へ回動可能に連結され、前記ベース部材に対して回動されることにより装着又は支持された人体の関節運動を行わせる回動部材と、前記回動部材へ動力を供給するアクチュエータを含む第1の関節運動機構とを備えたCPM装置において、前記アクチュエータは、流体が供給・排出されることにより膨張・収縮するインナーチューブと、前記インナーチューブの外周を覆い、前記インナーチューブの膨張に追従してその径が膨張するとともに長さが収縮するメッシュスリーブと、前記インナーチューブと前記メッシュスリーブとの間に、細い繊維が伸縮性を持つように編み上げられた低摩擦体であって、前記インナーチューブを覆うように配置された低摩擦体とを備えた流体圧式アクチュエータであることを特徴とするCPM装置。
- 10 10. 前記摩擦体は、ポリウレタン芯繊維とナイロン繊維の組み合わせられた合成繊維を、伸縮性を有するよう編み上げたものであることを特徴とする請求項9に記載のCPM装置。
- 15 11. 前記低摩擦体は、周方向に繋ぎ目がなく編み上げられた筒状体であることを特徴とする請求項9に記載のCPM装置。
- 20 12. 前記流体圧式アクチュエータは、前記回動部材をベース部材に対し所定角度範囲内で往復運動させるために複数個が設けられ、前記回動部材の回動方向に応じてそれぞれの流体圧式アクチュエータへの空気の給排が行われることを特徴とする請求項9に記載のCPM装置。
- 25 13. 前記回動部材へ当該回動部材によって運動させられる部位とそれより先端の部位とに対し、単体的にまたは複合的に関節運動を行わせる付加的な関節運動機構を設けられていることを特徴とする請求項9に記載のCPM装置。
14. 前記付加的な関節運動機構は、前記回動部材へともに設けられ、当該回動部材によって運動させられる部位とそれより先端の部位との間の関節の運動を行わせる第2の関節運動機構であることを特徴とする請求項9に記載のCPM装置。

## 2 4

15. 前記付加的な関節運動機構は、当該回動部材によって運動させられる部位とそれより先端の部位とを同時に内外転運動させる第3の関節運動機構であることを特徴とする請求項9に記載のCPM装置。
- 5 16. 前記付加的な関節運動機構は、前記ベース部材と前記回動部材との間に設けられ、前記回動部材によって支持された部位よりも元の部位の関節運動を行わせる第4の関節運動機構であることを特徴とする請求項9に記載のCPM装置。
- 10 17. 前記付加的な関節運動機構には、前記回動部材へともに設けられ、当該回動部材によって運動させられる部位とそれより先端の部位との間の関節の運動を行わせる第2の関節運動機構と、当該回動部材によって運動させられる部位とそれより先端の部位とを同時に内外転運動させる第3の関節運動機構と、前記ベース部材と前記回動部材との間に設けられ、前記回動部材によって支持された部位よりも元の部位の関節運動を行わせる第4の関節運動機構との2つ以上の関節運動機構が含まれことを特徴とする請求項9に記載のCPM装置。
- 15

図1

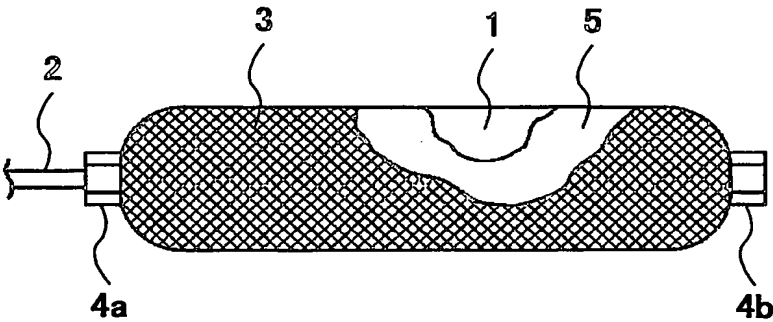


図2

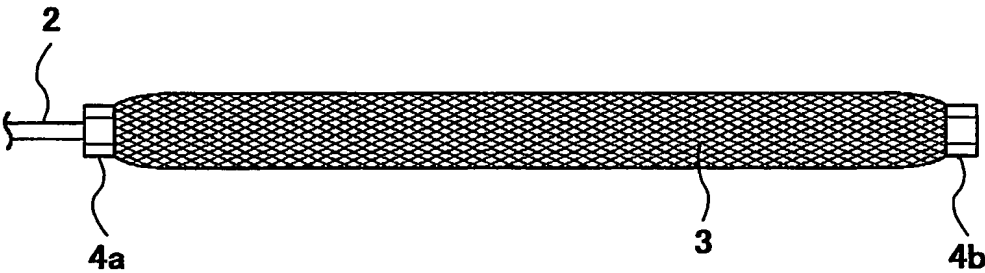
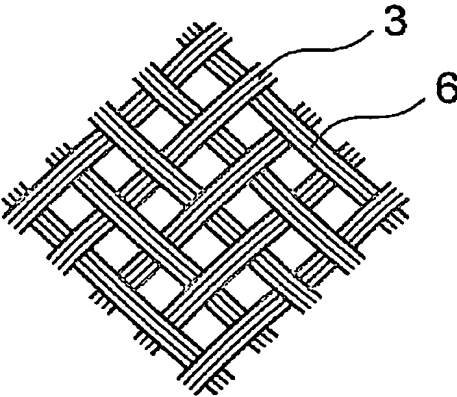


図3



2/13

図4

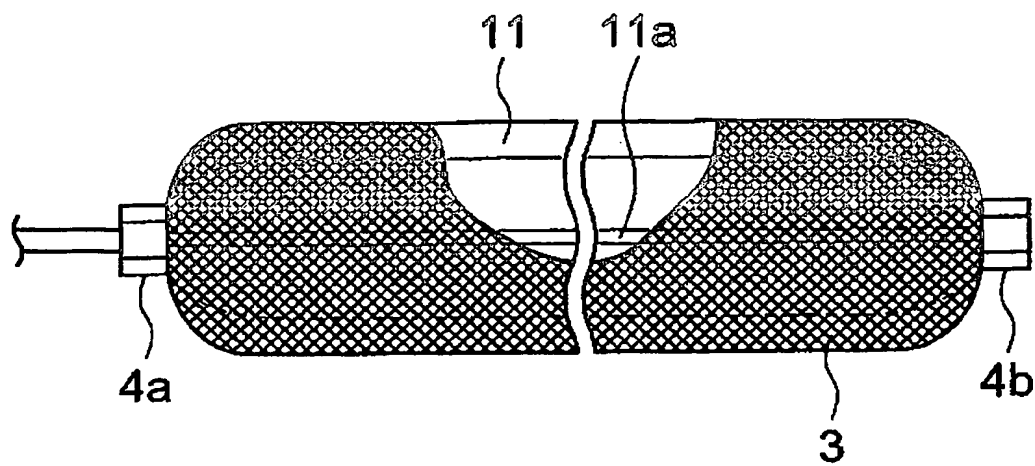


図5

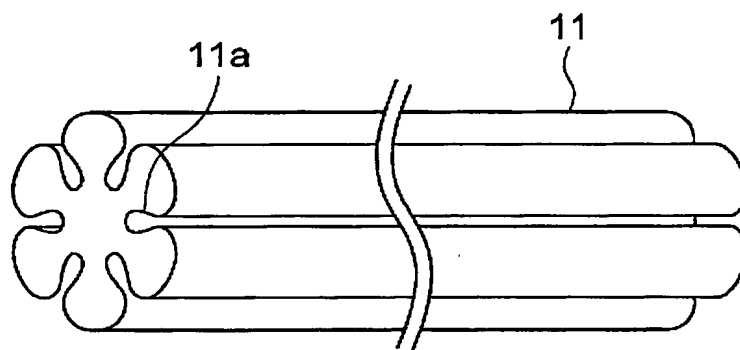
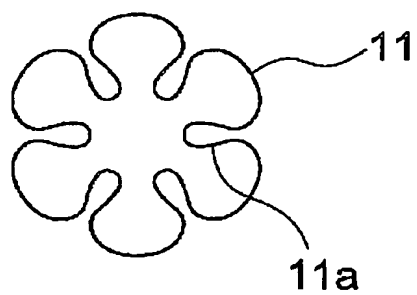


図6



3/13

図7

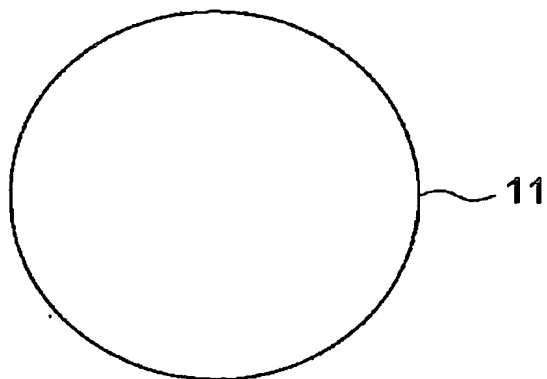
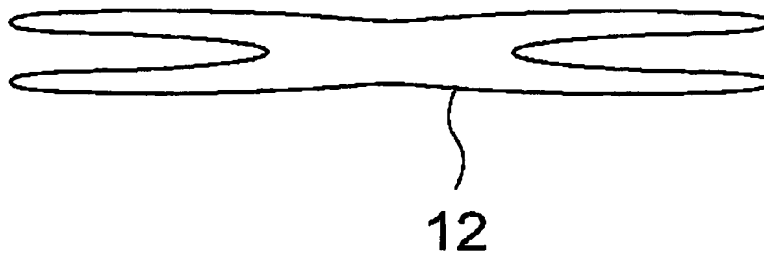


図8



4/13

図9

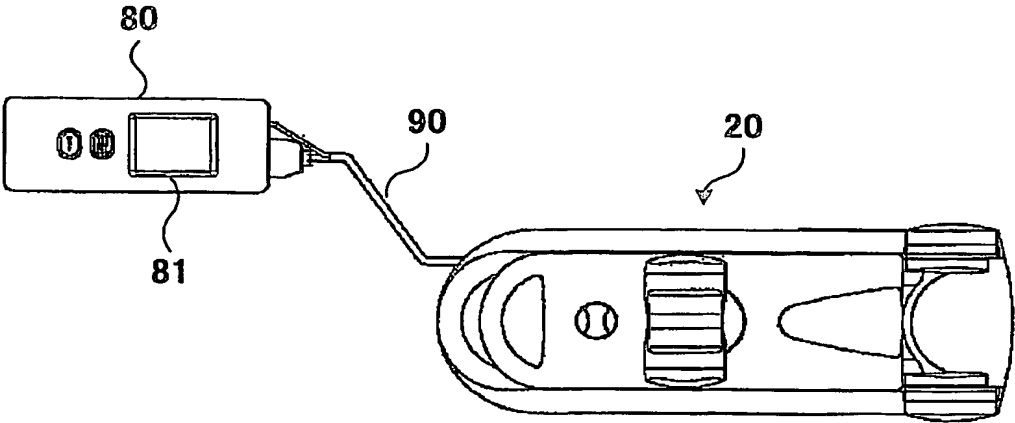
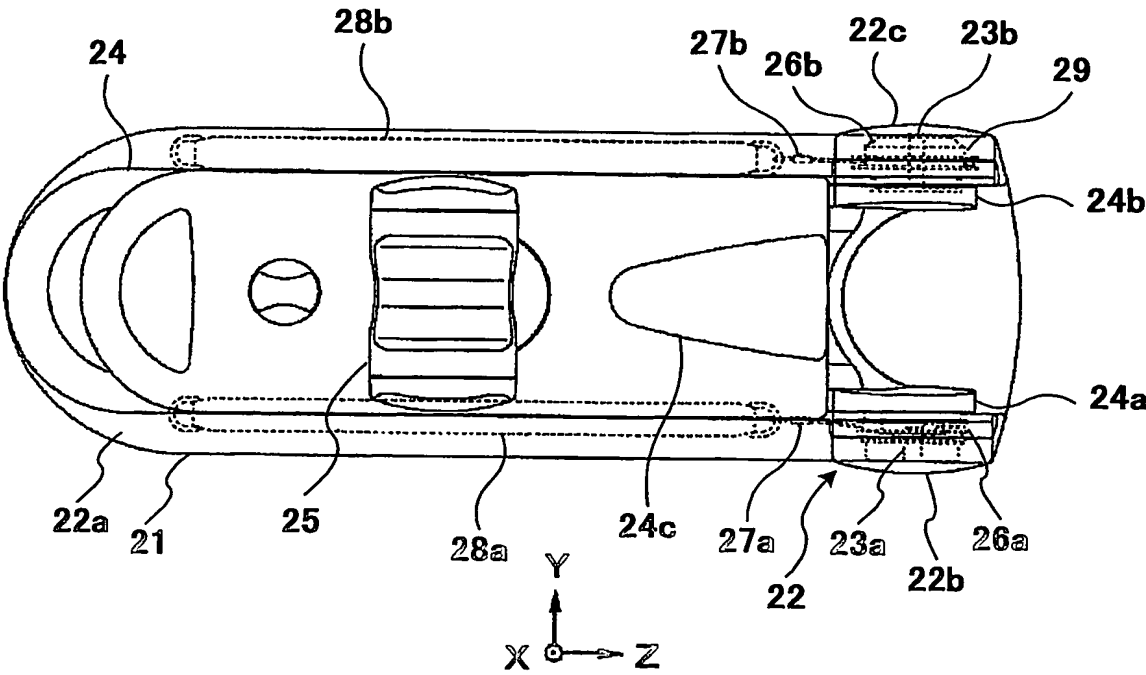


図10



5/13

図11

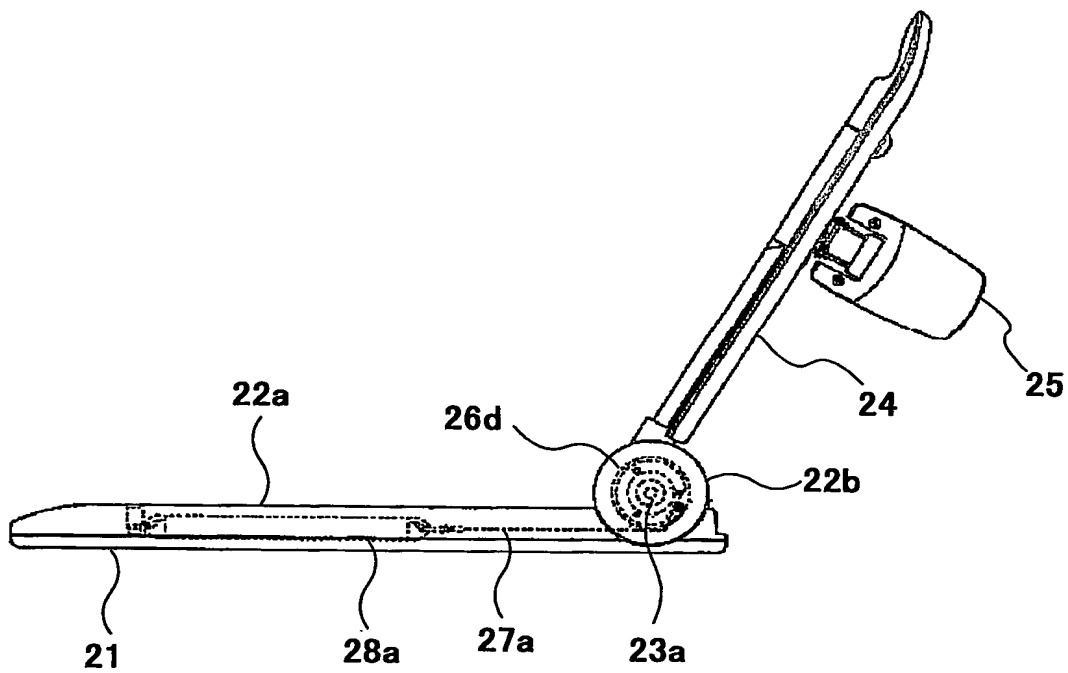
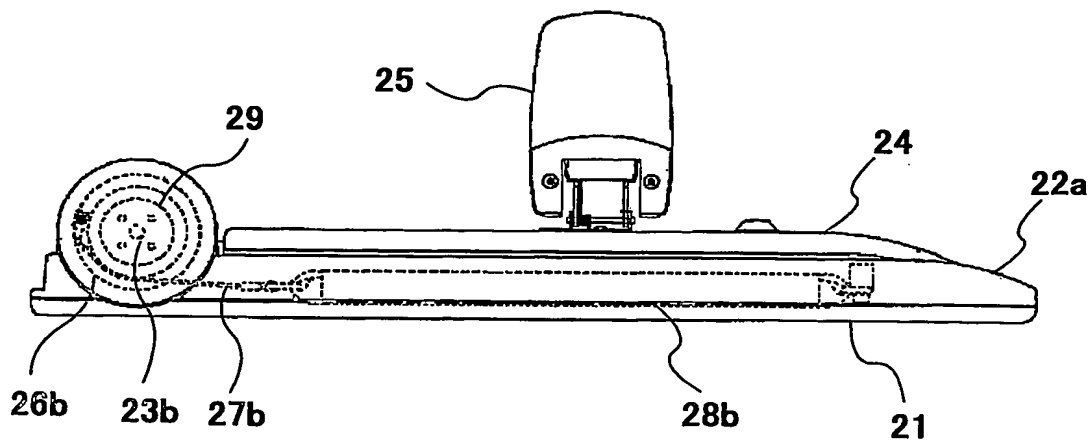


図12



6/13

図 13

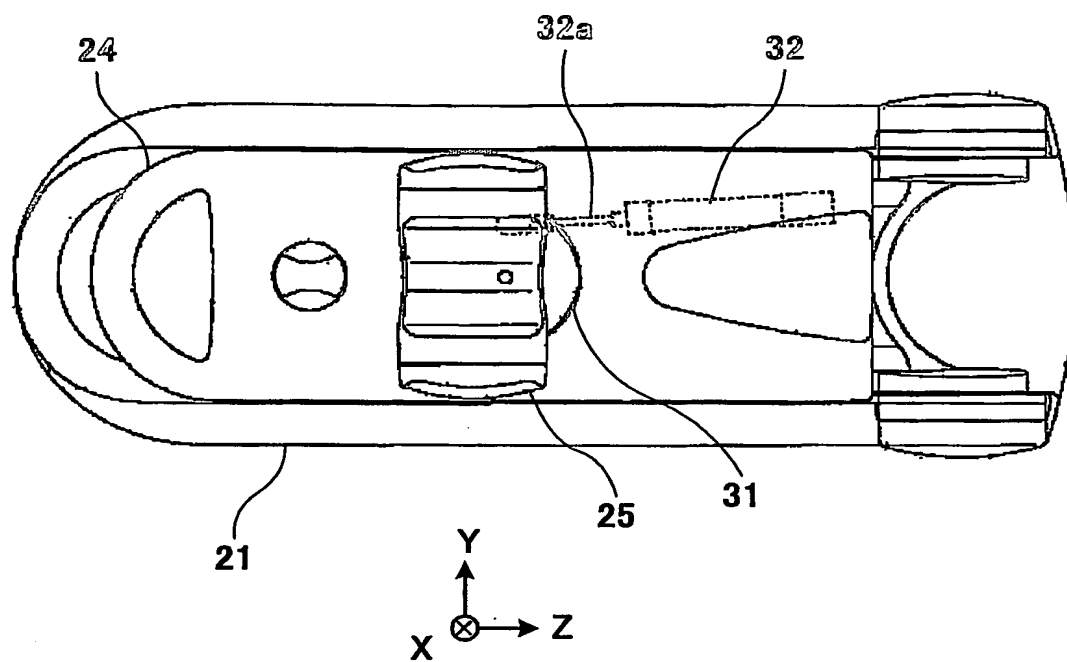
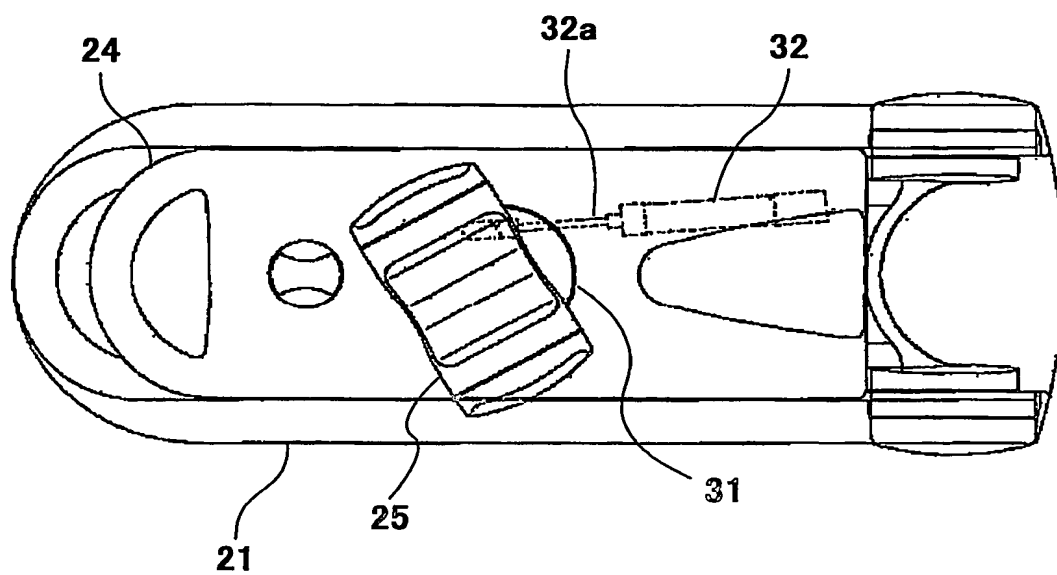


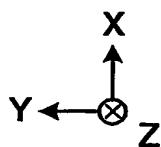
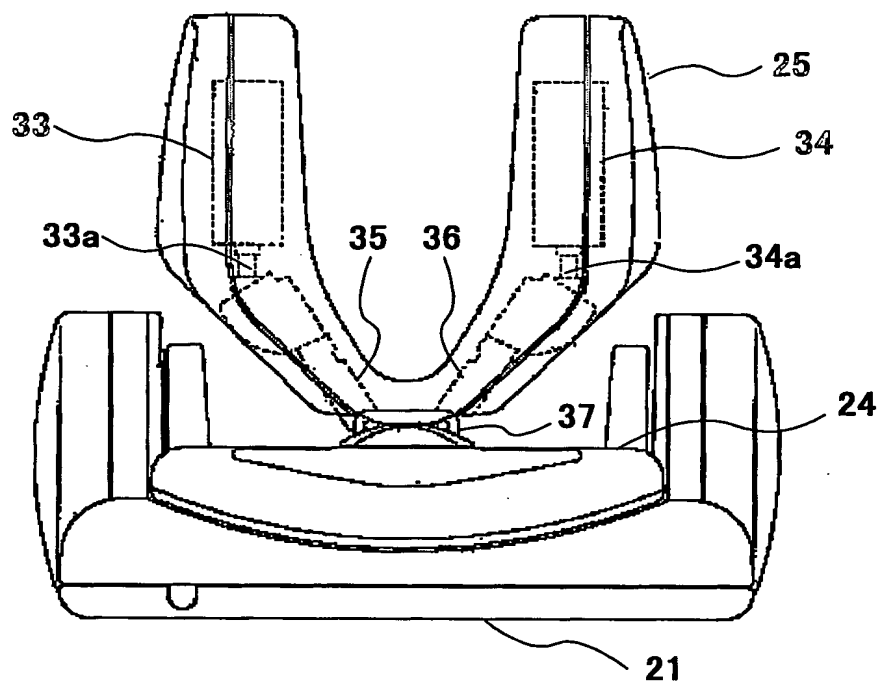
図 14





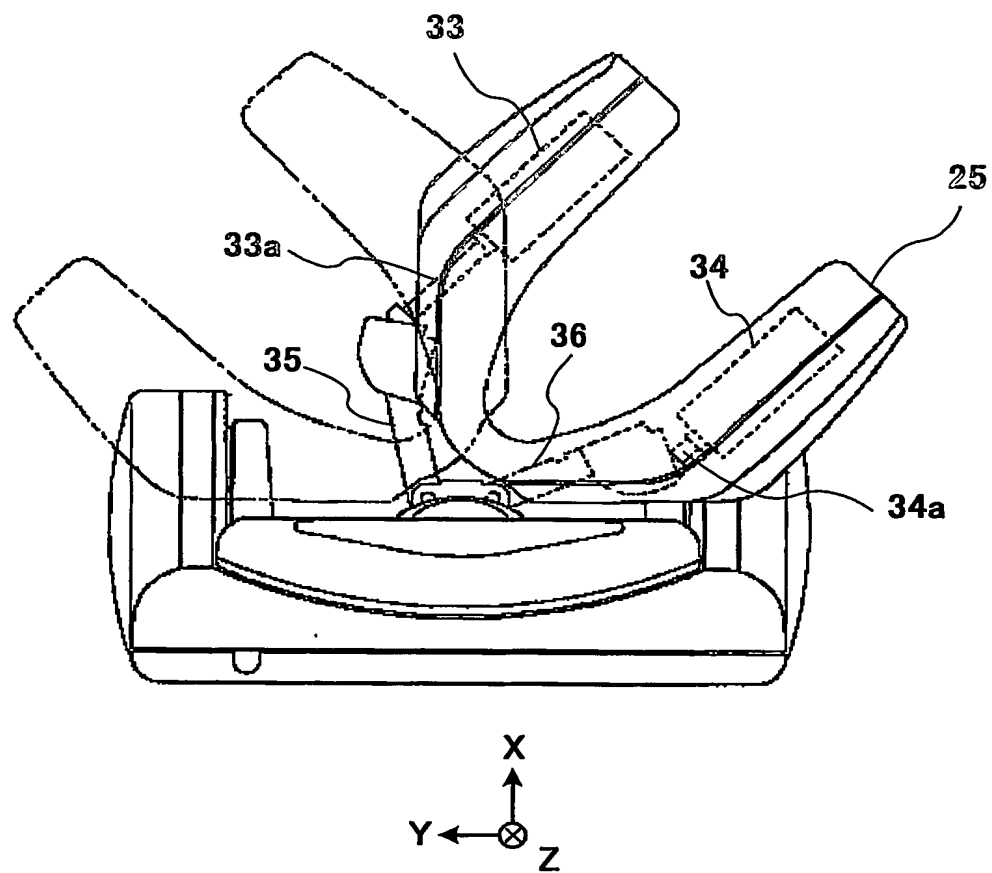
7/13

図15



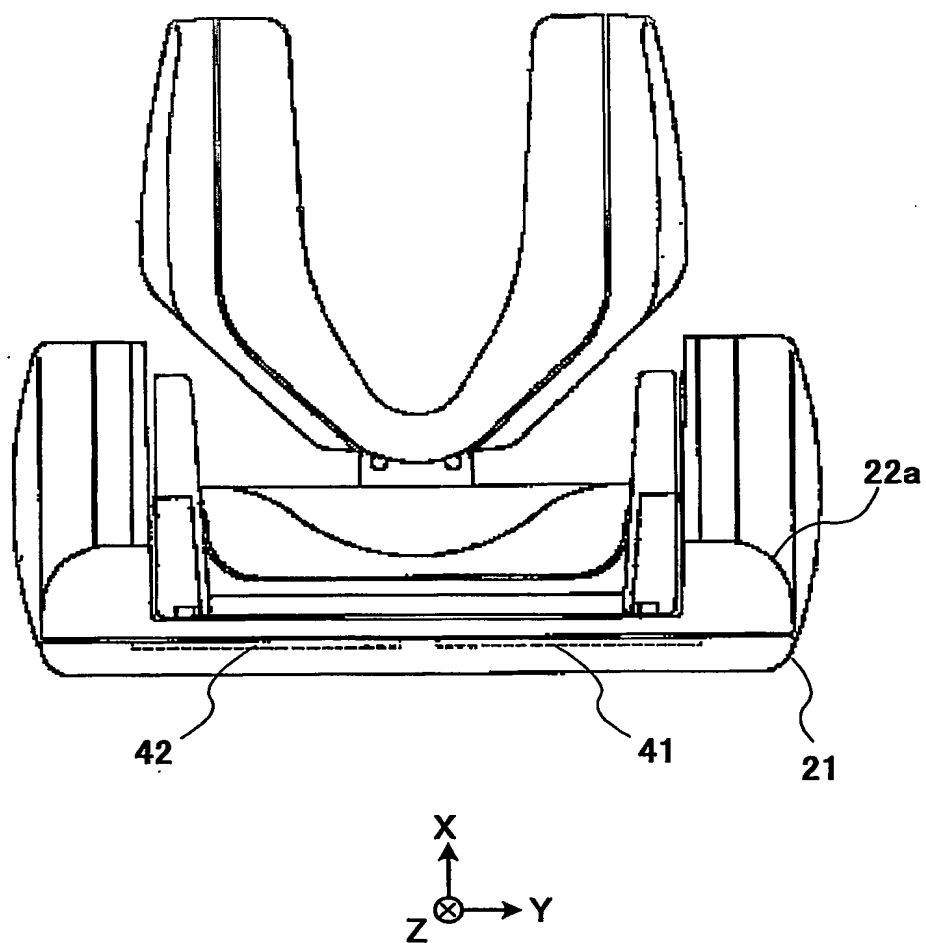
8/13

図 16



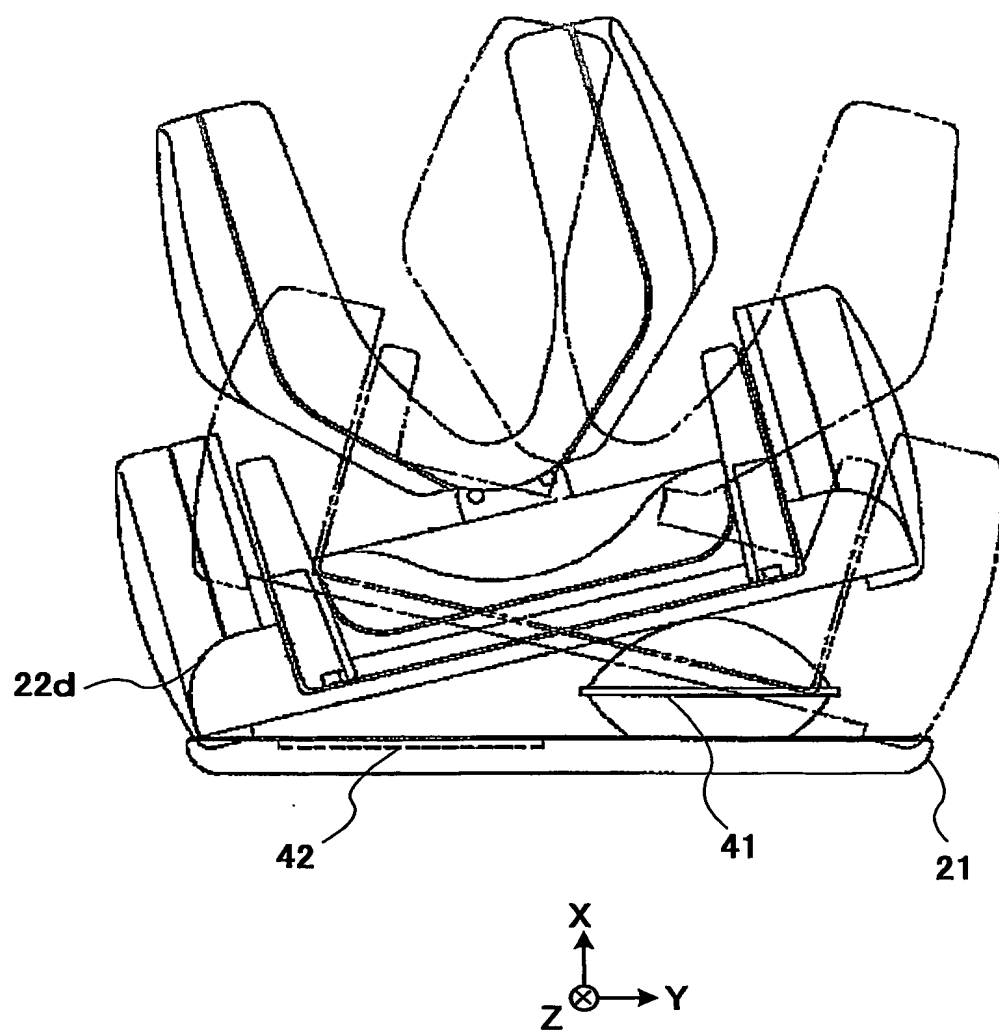
9/13

図17



10/13

図18



11/13

図19

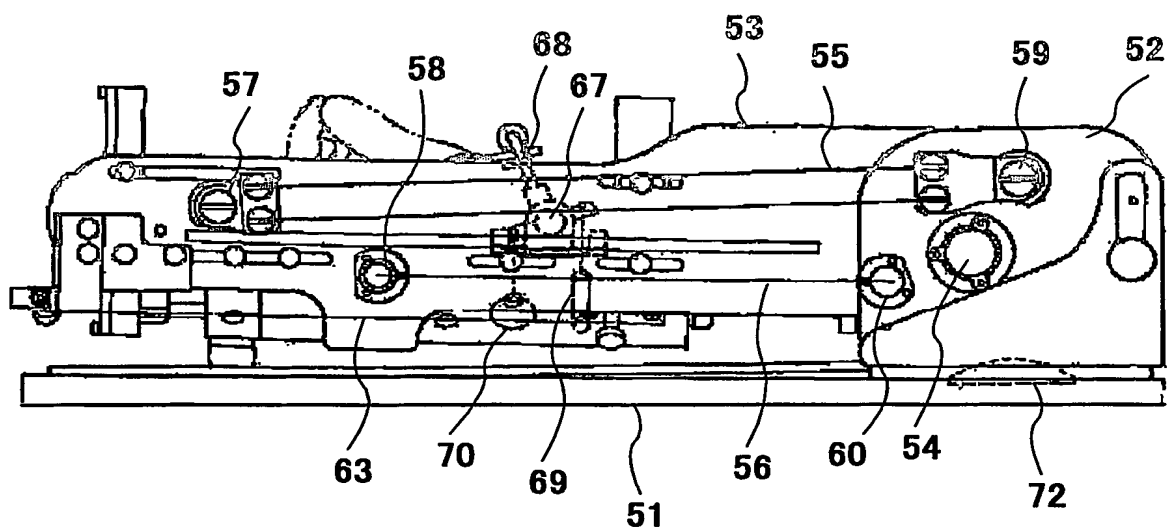
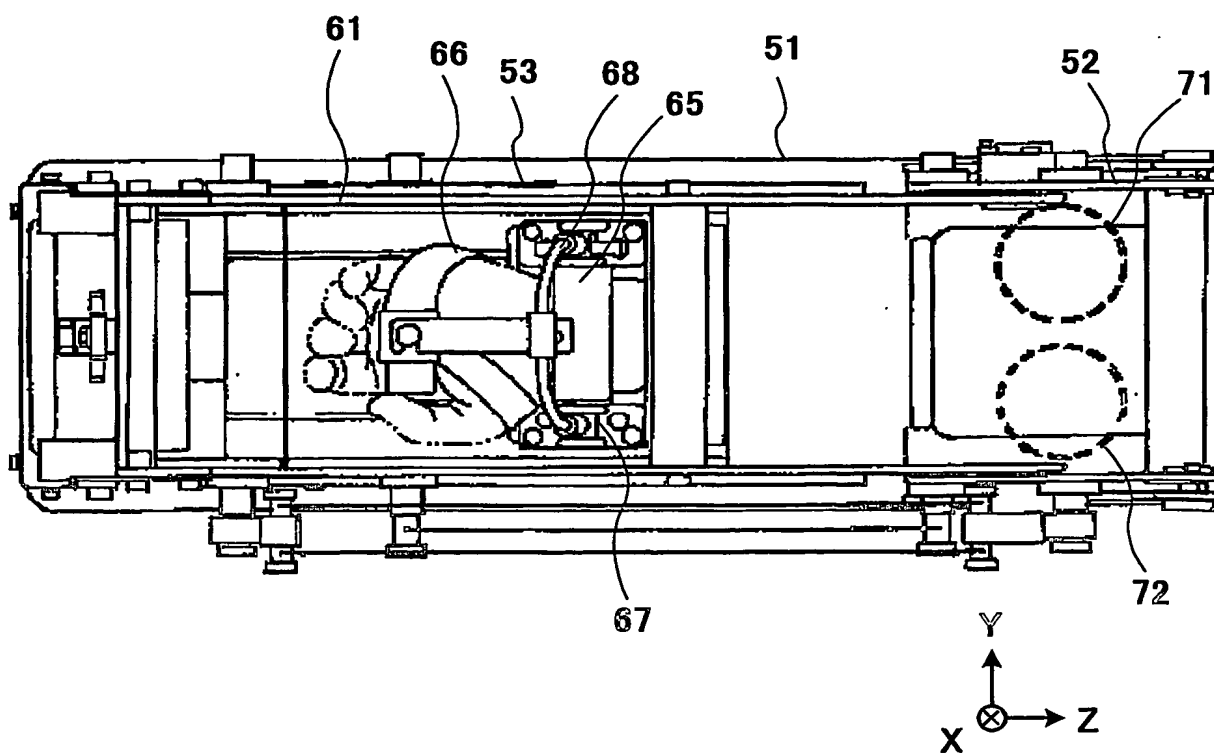
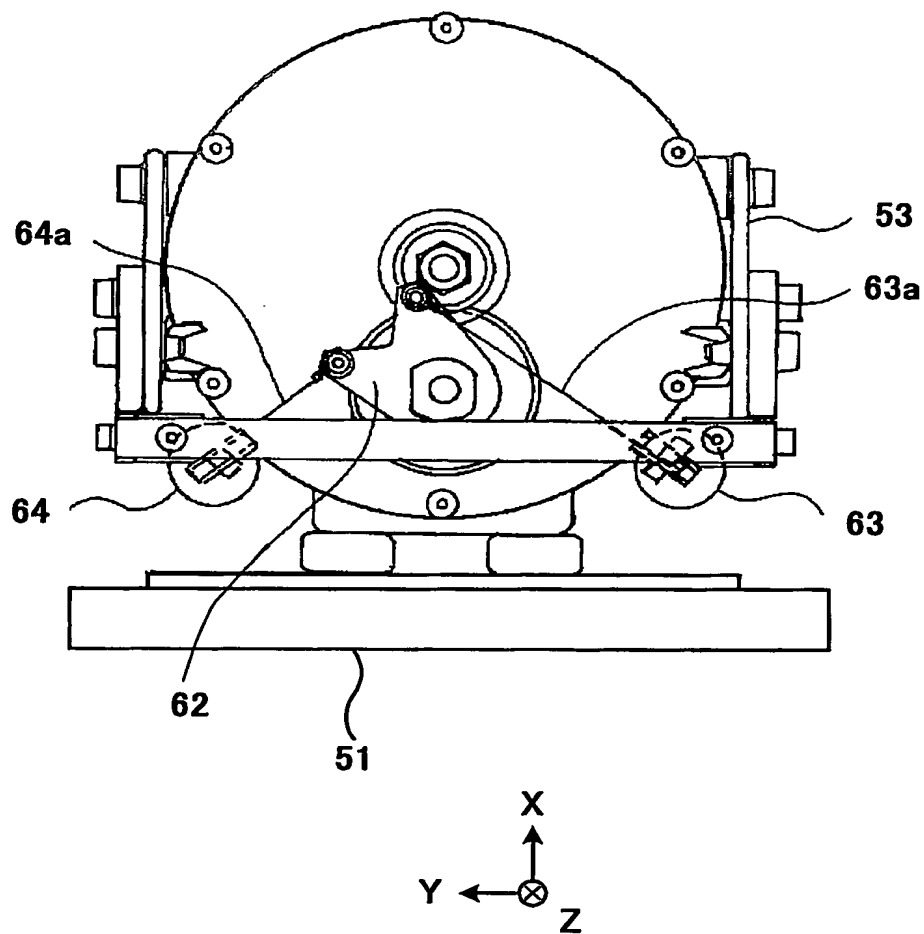


図20



12/13

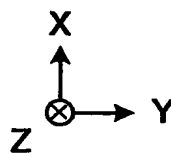
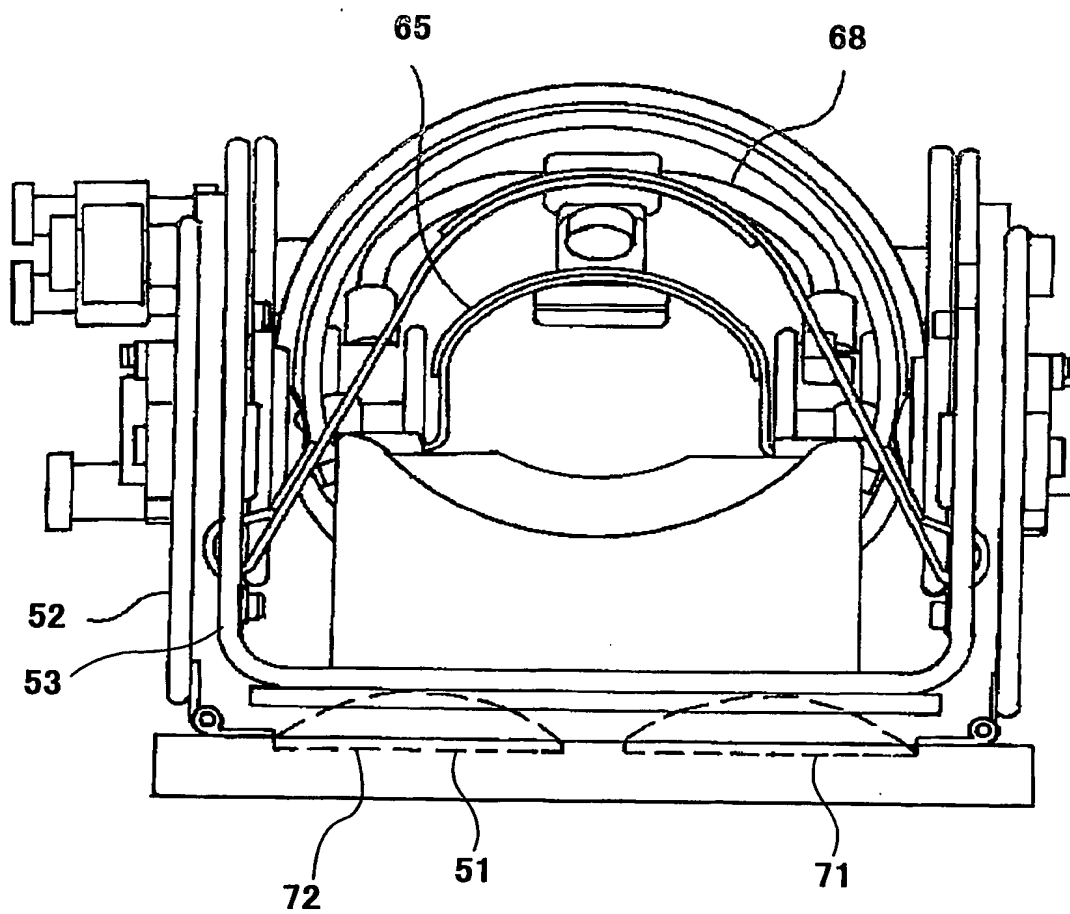
図21



63

13/13

図22



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003270

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F15B15/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F15B15/10, A61H1/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 60-139904 A (Bridgestone Corp.), 24 July, 1985 (24.07.85), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-6 7-17
Y	JP 60-132103 A (Mirko Kukolji), 15 July, 1985 (15.07.85), Full text; Fig. 13 & US 4733603 A & EP 146261 A1	7, 8
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model application no. 58474/1991 (laid-open no. 88523/1993) (Kabushiki Kaisha Iikura Sogo Kenkyusho), 03 December, 1993 (03.12.93), Full text; Fig. 1 (Family: none)	9-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 April, 2004 (08.04.04)

Date of mailing of the international search report  
27 April, 2004 (27.04.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003270

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-204233 A (Kazuhiro KAWADA), 08 August, 1995 (08.08.95), Full text; Fig. 2 (Family: none)	13, 14, 16, 17
Y	WO 01/68028 A2 (ORTHOLOGIC CORP.), 20 September, 2001 (20.09.01), Full text; Figs. 1, 5, 6 & EP 1289470 A	15, 17

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F15B15/10

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F15B15/10, A61H1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 60-139904 A (株式会社ブリヂストン), 1985. 07. 24, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-6
Y		7-17
Y	JP 60-132103 A (ミルコ クコルジ), 1985. 07. 15, 全文, 第13図 & US 473360 3 A & EP 146261 A1	7, 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08. 04. 2004

国際調査報告の発送日

27. 4. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

渡 邊 洋

3 Q

3 3 2 1

電話番号 03-3581-1101 内線 6740

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願 3-58474 号 (日本国実用新案登録出願公開 5-88523 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社飯倉総合研究所) 1993. 12. 03, 全文, 第 1 図 (ファミリーなし)	9-12
Y	JP 7-204233 A (河田一弘) 1995. 08. 08, 全文, 第 2 図 (ファミリーなし)	13, 14, 16, 17
Y	WO 01/68028 A2 (ORTHOLOGIC CORP.) 2001. 09. 20, 全文, 第 1, 5, 6 図 & EP 1289470 A	15, 17